

## DESAIN FIRE FIGHTING PADA PABRIK GULA BERDASARKAN PERHITUNGAN HARGA MATERIAL DAN ESTIMASI BIAYA JASA KONSTRUKSI

Nur Syamsu Ernandy<sup>1\*</sup>, Heroe Poernomoe<sup>2</sup>, Ekky Nur Budiyan<sup>3</sup>

*Program Studi D-IV Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya,  
Indonesia<sup>1\*,2,3</sup>*

*Email: nurernandy@student.ppns.ac.id<sup>1\*</sup>*

**Abstract** - PT. Adhi Karya is a general contractor that revitalizes sugar plant with 4,000 TCD (Ton Cane per Day) capacity at Modjo – Sragen. There are some important things to be considered for revitalization such as company social responsibility for manpower, health and work safety according to NFPA 850 labor standard and Indonesian regulation no. 30 section 44 verse 1-7, year 2009 about fire fighting system. Fire fighting system design must meet the standard. It needs allowable head losses, pump power, tank volume, support distance, material and construction service estimation. Estimation about hydrant, sprinkler, support distance, pump power, tank volume, and cost calculation will be carried out manually. Pipe flow expert software is also used to determine headloss. The result is 28 hydrant pillars and 175 sprinklers needed for the design. Its supporting pipes needs 12 inch, 8 inch, 6 inch, 4 inch, 3 inch for diameter and 10.7 m, 8.4 m, 7.3 m, 5.6 m, 3.5m for pipe distance. The pump power of 242,460 Kw is also needed for distribution to every hydrant and sprinkler. The calculation result using Pipe flow expert software is 70.597 m for head losses hydrant and 123.578 m for sprinkler. The total cost needed is IDR.4,786,535,546.00.-

**Keyword:** Fire fighting system, NFPA 850, Indonesian regulation 30 section 44 verse 1-7, 2009. Pumps, Pipe flow experts.

### NOMENCLATURE

<b><math>Q</math></b>	Kapasitas aliran (m <sup>3</sup> /hr)
<b><math>V</math></b>	Kecepatan aliran (m/s)
<b><math>A</math></b>	Luas penampang pipa (m <sup>2</sup> )
<b><math>Re</math></b>	Reynold's number
<b><math>\rho</math></b>	Massa jenis aliran (Kg/m <sup>3</sup> )
<b><math>D</math></b>	Diameter Dalam (m)
<b><math>e</math></b>	Roughness (mm)
<b><math>f</math></b>	Friction factor
<b><math>g</math></b>	Percepatan gravitasi (m/s <sup>2</sup> )
<b><math>HL_{minor}</math></b>	Head losses minor (m)
<b><math>K</math></b>	Nilai K dari fitting
<b><math>HL_{total}</math></b>	Head losses total (m)
<b><math>P_{pump}</math></b>	Daya pompa (Kw)
<b><math>HP_{pump}</math></b>	Head pompa (m)
<b><math>L</math></b>	Panjang pipa (m)
<b><math>HL_{major}</math></b>	Head losses major (m)

### 1. PENDAHULUAN

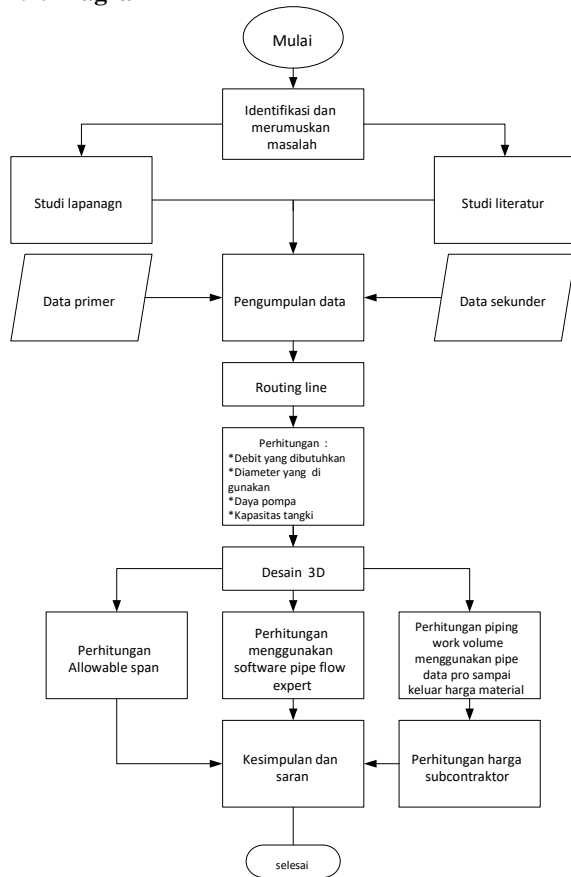
Pabrik gula Modjo - Sragen mempunyai proyek revitalisasi untuk menjadikan pabrik gula modern dengan kapasitas 4.000 TCD (Ton Cane per Day). Dalam perencanaan tersebut terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan. Salah satunya tanggung

jawab sosial perusahaan dalam bidang ketenagakerjaan, kesehatan, dan keselamatan kerja.

Salah satu kecelakaan kerja yang terjadi adalah kebakaran. Berdasarkan observasi yang telah dilakukan, pabrik gula tersebut tidak menutup kemungkinan untuk terjadi kebakaran terhadap pembangkit listriknya, dikarenakan hal tersebut mengacu pada tidak tersedianya fire fighting system, pada system tersebut maka upaya pengendalian yang bisa dilakukan yaitu perencanaan dan perancangan sistem pemadam kebakaran (fire fighting system). Dalam pembuatan desain fire fighting system perlu dilandaskan berdasarkan standar dan code yang telah ditetapkan oleh NFPA (National Fire Protection Association) guna meminimalisir kegagalan sistem dan mengutamakan faktor keselamatan. Hal tersebut tercantum pada NFPA 850 (Recommended Practice for Fire Protection for Electric Generating Plants and High Voltage Direct Current Converter Stations 2010 Edition) dan undang-undang Republik Indonesia nomor 30 tahun 2009 tentang ketenaga listrik pada pasal 44 ayat 1 – 7.

### 2. METODOLOGI.

## 2.1. Diagram Alir



Gambar 1.1 Diagram alir penelitian

## 2.2 Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran ( $v$ ) didefinisikan besarnya debit yang mengalir persatuan luas. Kecepatan bisa didapatkan dengan persamaan kontinuitas dimana hasil dari pembagian antara debit aliran ( $m^3/s$ ) dan luas penampang ( $m^2$ ). (Ridwan, 1999)

$$v = \frac{Q}{A} \quad (1)$$

Di mana:

$V$  = Kecepatan fluida yang mengalir (m/s)  
 $Q$  = Debit fluida ( $m^3/s$ )  
 $A$  = Luas penampang ( $m^2$ )

## 2.3 Reynold's Number

Untuk menentukan klasifikasi dari aliran dalam pipa, bisa diidentifikasi dengan menggunakan Reynold number, dimana persamaan ini tidak mempunyai satuan (*dimensionless*). Persamaan

perhitungan Reynold number dapat dituliskan sebagai berikut:

$d$  = Diameter pipa (m)  
 $\mu$  = Viskositas dinamis (Kg/m.s)

## 2.4 Koefisien Gesek

Koefisien gesek dipengaruhi oleh kecepatan, karena distribusi kecepatan pada aliran laminar dan aliran turbulen berbeda, maka penurunan koefisien gesek ini akan diturunkan secara berbeda pula untuk masing-masing jenis aliran. Untuk aliran laminar, besar koefisien geseknya bisa dihitung dengan persamaan :

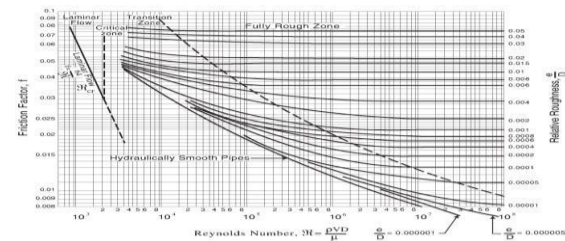
$$f = 64/Re \quad (3)$$

Di mana:

$F$  = Koefisien kerugian gesek

$Re$  = Reynold Number

Untuk aliran turbulen, besarnya koefisien gesek ( $f$ ) dapat dihitung dengan persamaan Darcy dan dicari menggunakan *moody diagram*.



Gambar 2.1 Moody Diagram (Pipeline Engineering)

## 2.5 Head losses Major

*Headloss Major* Dapat terjadi karena adanya gesekan antara aliran fluida yang mengalir dengan suatu dinding pipa. Pada umumnya kerugian ini dipengaruhi oleh panjang pipa. *Headloss major* data dihitung dengan menggunakan persamaan Darcy-Weisbach berikut ini: (Mahardhika, 2018).

$$Hl = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} \quad (4)$$

Di mana :

$f$  = koefisien kerugian gesek

$L$  = Panjang pipa (m)

$D$  = Diameter dalam pipa (m)

$V$  = Kecepatan aliran fluida (m/s)

$g$  = Percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )

## 2.6 Head losses Minor

Headloss minor dapat terjadi karena adanya sambungan pipa, seperti katup (valve), belokan

(elbow), saringan (strainer), percabangan (tee), dan lain-lain. Headloss minor dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut: (Mahardhika, 2018).

$$Hl = K \cdot \frac{V^2}{2g} \quad (5)$$

Di mana:

$f$  = Koefisien kerugian gesek

$V$  = Kecepatan aliran fluida (m/s)

$g$  = Percepatan gravitasi (m/s)

$K$  =  $K$  coefficient

## 2.7 Head Pompa

Merupakan penjumlahan dari *head* statis dengan *headloss major dan minor*. Head ini menyatakan besarnya kerugian yang harus diatasi oleh pompa dari seluruh komponen-komponen yang ada. Head total instalasi dapat dinyatakan dalam persamaan berikut.

$$H_{tot} = h_s + h_l \quad (6)$$

Di mana:

$H_{tot}$  = Head total pompa (m)

$H_s$  = Head statis total (m)

$H_l$  = Jumlah kerugian headloss major dan minor (m)

## 2.8 Daya Pompa

Daya pompa dihitung dengan mengalikan jumlah  $N$  fluida yang mengalir per detik ( $p.g.Q$ ) dengan energi  $H$  dalam  $J/N$ . Jadi menghasilkan persamaan sebagai berikut: (Giles-Soemitro.1986).

$$P = \rho \times g \times Q \times H_{tot} \quad (7)$$

Di mana:

$P_w$  = Daya pompa (Kw)

$\rho$  = Rapat massa fluida yang mengalir ( $kg/m^3$ )

$g$  = Percepatan gravitasi =  $9,81$  ( $m/s^2$ )

$Q$  = Debit aliran fluida yang mengalir ( $m^3/s$ )

$H$  = Head total pompa (m)

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Kebutuhan Hydrant dan Sprinkler

#### A. Kebutuhan Hydrant

Untuk penentuan jarak hidran pilar Berdasarkan standar 850 (Recommended Practice for Fire Protection for Electric Generating Plants and High Voltage Direct Current Converter Stations 2010 Edition), tidak boleh lebih dari 300 ft atau 91 m. Maka pada sistem ini saya menggunakan jarak 30 m.

Untuk menentukan jumlah hidran pilar maka menggunakan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah hidran pilar} &= (\text{luas area})/2827 \\ &= 79306/2827 \\ &= 28 \text{ Pilar Hidran} \end{aligned}$$

#### B. Kebutuhan Sprinkler

##### 1. Area Turbine

Area ini memiliki panjang 8.5 M, lebar 3 M dan Tinggi 4 M

Maka:

Jarak sprinkler = 1.4 m

Equipmen Turbin

$$\begin{aligned} \text{Keliling equipmen} &= 2 \times (8.3+3) \\ &= 22 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka jumlah springkler =  $22 / 1.4 = 16$  buah  
x 3 dari ketinggian per 1.3 meter Maka =  $16 \times 3 = 48$  buah

##### 2. Area MOT (Main Oil Tank)

Area ini memiliki panjang 4.4 M, lebar 2.2 M dan Tinggi 4 M

Maka:

Jarak sprinkler = 1.4 m

Equipmen Turbin

$$\begin{aligned} \text{Keliling equipmen} &= 2 \times (4.2+2.2) \\ &= 12 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka jumlah springkler =  $12 / 1.4 = 9$  buah x 3 dari ketinggian per 1.3 meter Maka =  $9 \times 3 = 27$  buah

##### 3. Area GSC (Gland Steam Condensor)

Area ini memiliki panjang 2.8 M, lebar 4.5 M dan Tinggi 4 M

Maka:

Jarak sprinkler = 1.4 m

Equipmen Turbin

$$\begin{aligned} \text{Keliling equipmen} &= 2 \times (2.8+ 4.5) \\ &= 14 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka jumlah springkler =  $14 / 1.4 = 10$  buah  
x 3 dari ketinggian per 1.3 meter Maka =  $10 \times 3 = 30$  buah

##### 4. Area DEG (Diesel Engine Generator)

Area ini memiliki panjang 2.9 M, lebar 12.5 M dan Tinggi 4 M Maka:

Jarak sprinkler = 1.4 m

Equipmen Turbin

$$\begin{aligned} \text{Keliling equipmen} &= 2 \times (2.9+ 12.5) \\ &= 30 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka jumlah springkler =  $30 / 1.4 = 22$  buah  
x 3 dari ketinggian per 1.3 meter Maka =  $22 \times 3 = 66$  buah

##### 5. Area Tangki Pompa Diesel

Area ini memiliki panjang 1 M, lebar 2 M dan Tinggi 2 M Maka:

Jarak sprinkler = 1.4 m

Equipmen Turbin

$$\text{Keliling equipmen} = 2 \times (1 + 2) = 4 \text{ m}$$

Maka jumlah springkler =  $4 / 1.4 = 2$   
buah x 2 dari ketinggian per 1.3 meter Maka  
 $= 2 \times 2 = 4$  buah  
Maka jumlah keseluruhan springkler =  
 $48 + 27 + 30 + 66 + 4 = 175$  buah

### 3.2. Perhitungan Head Pump berdasarkan Software

#### A. Head Pump Hydrant

Tabel 3.1 Pump head hydrant

No	Deskripsi	Nominal	Satuan
1	Pump Head Hidran (Software Calculation)	70.597	m

Tabel 3.1 Pump head springkler

No	Deskripsi	Nominal	Satuan
1	Pump Head hidran dan springkler (Software Calculation)	122.578	M

Daya Pompa:

$$\begin{aligned} P &= \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \\ &= 1000 \times 9,81 \times 0,2 \times 123.578 \\ &= 242460.0 \text{ W} \\ &= 242.460 \text{ kW} \end{aligned}$$

### 3.3. Penentuan Allowable Span

Pada desain *fire fighting* pada pabrik gula ini, di desain ada beberapa pipa yang menompang pada piperack yang sudah ada, dikarenakan mengganggu atau menghalangi jalan, terutama jalan menuju turbin untuk pipa utama dan pada *fire fighting* springkler pada setiap selah-selah jarak springkler, dikarenakan pipa tersebut berada pada elevasi kurang lebih dari 2 meter.

Untuk penentuan jarak support menggunakan kalkulasi yang didapat dari referensi buku Sam Kannappan, P.E. dan Asme B 31.3.

$$L = \sqrt[3]{((0.33 Z Sh)/W)}$$

Based on limitation of stress

$$L = \sqrt[3]{((\Delta E I)/(22.5 W))}$$

Based on limitation of deflection Di mana:

L = Jarak span yang di ijinan

Z = section Modulus (buku sam kannapan tabel A4)

Sh = allowable tensile stress (B31.3 material A53 tabel K-1)

W = total berat pipa

$\Delta$  = allowable deflection (B31.3 A302.3.3)

I = momen inercia (buku san kannapan tabel A4)

E = modulus elastisitas (B31.3 tabel C-6)

#### A. Pipe 12 inch

$$\bullet L = \sqrt[3]{((0.33 Z Sh)/W)}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{pipa}} &= 3.14 \times (\text{OD2} - \text{ID2}) \times (\rho \text{ pipa})/4 \\ &= 3.14 \times (12.742 - 11.992) \times (0.283) / 4 \\ &= 4.120 \text{ lb/inc} \\ &= 49.445 \text{ lb/ft} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{fluida}} &= 3.14 \times (\text{ID2}) \times (\rho \text{ fluida})/4 \\ &= 3.14 \times (11.992) \times (0.0337)/4 \\ &= 3.803 \text{ lb/inc} \\ &= 45.637 \text{ lb/ft} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{total}} &= W_{\text{pipa}} + W_{\text{fluida}} \\ &= 7.924 \text{ lb/inch} \end{aligned}$$

$$= 95.082$$

$$\text{lb/ft} = \sqrt[3]{((0.33 Z Sh)/W)}$$

$$\bullet L = \sqrt[3]{((0.33 \times 30 \times 21300)/95.082)}$$

$$L$$

$$L = 47.093 \text{ ft}$$

$$L = 14353.9 \text{ mm}$$

$$L = \sqrt[3]{((\Delta E I)/(22.5 W))}$$

$$L = \sqrt[3]{((0.6 \times 28600000 \times 192)/(22.5 \times 95.082))}$$

$$L = 35.228 \text{ ft}$$

$$L = 10737.3 \text{ mm}$$

Maka jarak support diambil dari hasil yang terkecil, karena untuk keamanan, maka jarak 10.7 m untuk pipa yang ukuran 12"

#### B. Pipe 8 inch

$$\bullet L = \sqrt[3]{((0.33 Z Sh)/W)}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{pipa}} &= 3.14 \times (\text{OD2} - \text{ID2}) \times (\rho \text{ pipa})/4 \\ &= 3.14 \times (8.622 - 7.622) \times (0.283) / 4 \\ &= 2.360 \text{ lb/inc} \\ &= 28.322 \text{ lb/ft} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{fluida}} &= 3.14 \times (\text{ID2}) \times (\rho \text{ fluida})/4 \\ &= 3.14 \times (7.622) \times (0.0337)/4 \\ &= 1.685 \text{ lb/inc} \\ &= 20.216 \text{ lb/ft} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{total}} &= W_{\text{pipa}} + W_{\text{fluida}} \\ &= 4.045 \text{ lb/inch} \end{aligned}$$

$$= 48.538$$

$$\text{lb/ft} = \sqrt[3]{((0.33 Z Sh)/W)}$$

$$L = \sqrt[3]{((0.33 \times 13.4 \times 21300)/48.538)}$$

$$L$$

$$L = 44.051 \text{ ft}$$

$$L = 13426.863 \text{ mm}$$

$$\bullet L = \sqrt[3]{((\Delta E I)/(22.5 W))}$$

$$L = \sqrt[3]{((0.4 \times 28600000 \times 57.7)/(22.5 \times 48.538))}$$

$$L = 27.883 \text{ ft}$$

$$L = 8498.651 \text{ mm}$$

Maka jarak support diambil dari hasil yang terkecil, karena untuk keamanan, maka jarak 8.4 m untuk pipa yang ukuran 8".

### C. Pipe 8 inch

$$\begin{aligned} \bullet L &= \sqrt{((0.33 Z Sh)/W)} \\ W_{\text{pipa}} &= 3.14 \times (OD2 - ID2) \times (\rho \text{ pipa})/4 \\ &= 3.14 \times (6.632 - 6.062) \times (0.283) / 4 \\ &= 1.607 \text{ lb/inc} \\ &= 19.283 \text{ lb/ft} \\ W_{\text{fluida}} &= 3.14 \times (ID2) \times (\rho \text{ fluida})/4 \\ &= 3.14 \times (6.062) \times (0.0337)/4 \\ &= 0.972 \text{ lb/inc} \\ &= 11.658 \text{ lb/ft} \\ W_{\text{total}} &= W_{\text{pipa}} + W_{\text{fluida}} \\ &= 2.578 \text{ lb/inch} \\ &= 30.941 \text{ lb/ft} \\ L &= \sqrt{((0.33 Z Sh)/W)} \\ L &= \sqrt{((0.33 \times 8.5 \times 21300)/30.941)} \quad L \\ &= 43.943 \text{ ft} \\ L &= 13393.803 \text{ mm} \\ \bullet L &= \sqrt{((\Delta E I)/(22.5 W))} \\ L &= \sqrt{((0.3 \times 28600000 \times 28.1)/(22.5 \times 30.941))} \\ L &= 24.259 \text{ ft} \\ L &= 7394.079 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka jarak support diambil dari hasil yang terkecil, karena untuk keamanan, maka jarak 7.3 m untuk pipa yang ukuran 6”.

### D. Pipe 4 inch

$$\begin{aligned} \bullet L &= \sqrt{((0.33 Z Sh)/W)} \\ W_{\text{pipa}} &= 3.14 \times (OD2 - ID2) \times (\rho \text{ pipa})/4 \\ &= 3.14 \times (4.52 - 4.022) \times (0.283) / 4 \\ &= 0.909 \text{ lb/inc} \\ &= 10.902 \text{ lb/ft} \\ W_{\text{fluida}} &= 3.14 \times (ID2) \times (\rho \text{ fluida})/4 \\ &= 3.14 \times (4.022) \times (0.0337)/4 \\ &= 0.428 \text{ lb/inc} \\ &= 5.130 \text{ lb/ft} \\ W_{\text{total}} &= W_{\text{pipa}} + W_{\text{fluida}} \\ &= 1.336 \text{ lb/inch} \\ &= 16.032 \text{ lb/ft} \\ L &= \sqrt{((0.33 Z Sh)/W)} \\ L &= \sqrt{((0.33 \times 3.21 \times 21300)/16.032)} \\ L &= 37.514 \text{ ft} \\ L &= 11434.412 \text{ mm} \\ \bullet L &= \sqrt{((\Delta E I)/(22.5 W))} \\ L &= \sqrt{((0.2 \times 28600000 \times 7.23)/(22.5 \times 16.032))} \\ L &= 18.401 \text{ ft} \\ L &= 5608.577 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka jarak support diambil dari hasil yang terkecil, karena untuk keamanan, maka jarak 5.6 m untuk pipa yang ukuran 4”.

### E. Pipe 3 inch

$$\begin{aligned} \bullet L &= \sqrt{((0.33 Z Sh)/W)} \\ W_{\text{pipa}} &= 3.14 \times (OD2 - ID2) \times (\rho \text{ pipa})/4 \\ &= 3.14 \times (4.52 - 3.2) \times (0.283) / 4 \\ &= 2.499 \text{ lb/inc} \\ &= 29.991 \text{ lb/ft} \\ W_{\text{fluida}} &= 3.14 \times (ID2) \times (\rho \text{ fluida})/4 \\ &= 3.14 \times (3.2) \times (0.0337)/4 \\ &= 0.024 \text{ lb/inc} \\ &= 0.523 \text{ lb/ft} \\ W_{\text{total}} &= W_{\text{pipa}} + W_{\text{fluida}} \\ &= 2.523 \text{ lb/inch} \\ &= 30.277 \text{ lb/ft} \\ L &= \sqrt{((0.33 Z Sh)/W)} \\ L &= \sqrt{((0.33 \times 1.72 \times 21300)/30.277)} \\ L &= 19.983 \text{ ft} \\ L &= 6090.770 \text{ mm} \\ \bullet L &= \sqrt{((\Delta E I)/(22.5 W))} \\ L &= \sqrt{((0.15 \times 28600000 \times 3.02)/(22.5 \times 30.277))} \\ L &= 11.743 \text{ ft} \\ L &= 3579.386 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka jarak support diambil dari hasil yang terkecil, karena untuk keamanan, maka jarak 3.5 m untuk pipa yang ukuran 3”.

### 3.4. Total Harga Estimasi Material dan Harga Konstruksi

Dengan menggunakan perhitungan manual dengan kebutuhan yang diijinkan dimana:

Tabel 3.3 Presentase estimasi material

Presentase estimasi material	
Pipa < 2"	15%
Pipa < 4"	10%
Pipa < 16"	5%
Elbow < 2"	3%
Elbow < 4"	5%
Elbow < 16"	10%
Tee < 2"	3%
Tee < 4"	5%
Tee < 16"	10%
Reducer > 12"	3%
Reducer < 4"	5%
Valve	2%
Flange < 16"	5%
Bont and nutt	15%
Gasket	150%

Kebutuhan yang diijinkan:

➤ *Quantity* material yang diijinkan

Material yang diijinkan = Jumlah material  
pada MTO x Presentase pada **Tabel 3.3**

= *Jumlah material pada MTO*

$$\frac{\quad}{6}$$

= Material yang diijinkan

Maka:

Jumlah material pada MTO= Material yang  
diperlukan mulai dari pipa, *fitting*, *elbow*, *valve*,  
gasket, *bolt and nut*, dan flange. ➤ *Volume*  
*join/dia-ich*

Volume dia-inch = Diameter pipa x

Jumlah join = Volume dia-inch Maka:

Diameter pipa = Diameter yang digunakan

Jumlah join = Banyak pengelasan pada  
pipa dengan diameter yang digunakan

#### ○ *Volume Surface*

*Volume Surface* = 3.14 x *Out side* diameter  
pipa x *quantity* material yang diijinkan.

= *Volume Surface* (m<sup>2</sup>)

#### ○ *Volume berat*

*Volume* berat = *Quantity* material yang  
diijinkan x berat (per unit)

= *Volume Berat* (Kg) Maka:

Berat (per unit) = Menggunakan *pipe data pro*  
untuk mengetahui berat material.

➤ Total harga

1. Harga material = 2,110,439,294.34

2. Harga konstruksi = 2,676,096,252.00

3. Total = 4,786,535,546.34

## 6. KESIMPULAN

- Desain fire fighting pada pabrik ini di desain dengan menggunakan software piping desain PDMS, dengan desain terbuka dan menggunakan material pipa A 53 gr B, dengan ukuran diameter yang sudah ditentukan dari standard Nfpa dan bisa dilihat pada spesifikasi pompa dengan nilai *sucion* DN 250 dan *discharge* DN 200
- Hasil dari kalkulasi menggunakan *software pipe flow expert* dapat diketahui head hidran 70.236 m dan head springkler 125.166 m dengan menggunakan debit 0.2018 m<sup>3</sup>/s dikarenakan menggunakan satu header.

- Pada penentuan daya pompa menggunakan kalkulasi manual dengan head 195.3 m sehingga di dapatkan daya pompa 383.1 kW, dengan kebutuhan air 1892.50 m<sup>3</sup>,
- Pada harga material didapat menggunakan kalkulasi manual dengan memanfaatkan bekas vendor yang pernah digunakan dengan mengestimasi harga pertahun **Rp.2,110,439,294.34.,** dan estimasi harga konstruksi memanfaatkan software pipe data pro yang bertujuan mengetahui type material sehingga dapat mengestimasi harga konstruksi dengan menggunakan kalkulasi manual dari perhitungan dengan menggunakan dasaran data perusahaan yang berlaku, sehingga estimasi didapat dengan nominanal **Rp. 2,676,096,252.00.,** maka total biaya keseluruhan adalah **Rp. 4,786,535,546.34.,**

## 5. SARAN

Selanjutnya dari pembahasan penelitian ini, dapat dirangkum beberapa saran yang berkaitan dengan penelitian adalah sebagai berikut:

- Buat validasi perhitungan menggunakan software, biasa di bedakan dengan perbaduan dua software yang berbeda. (AFT factor)
- Bisa dilanjutkan perhitungan sampai RAB (Rencana Anggaran Biaya) penjadwalan, productivitas, hingga sampai kurve S

## 6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari penyelesaian jurnal ini tidak terlepas dari bimbingan dan motivasi dari berbagai pihak, penulis menyampaikan rasa terimakasih yang sebesarbesarnya kepada :

- Allah SWT atas berkat, rahmat dan hidayah-Nya Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan lancar dan tepat waktu.
- Kedua orang tua yang telah memberikan begitu banyak nasehat hidup, kasih sayang, doa, dukungan moril serta materil, dan segalanya bagi penulis.
- Bapak Ir. Eko Julianto, M.Sc, F.RINA selaku Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- Bapak Heroe poernomo, selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan selama penyelesaian jurnal tugas akhir.
- Bapak Ekky Nur Budiyo, selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan selama penyelesaian jurnal tugas akhir.
- Seluruh staf pengajar Program Studi Teknik Perpipaan yang telah memberikan banyak ilmu kepada penulis selama masa perkuliahan.

7. Semua teman-teman *piping engineering* 2015, yang telah memberikan semangat, keceriaan, dan ilmu selama penulisan tugas akhir.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Achmad, F. T., Setiawan, P. A., & Sidi, P. (2000). Desain Sistem Hydrant pada Proyek Amura II di PT . Petrokimia Gresik, 1–4.
- [2] Haramain, M. Al, Effendi, R., & Irianto, F. (2017). Pada Perkantoran Dan Pabrik Label Makanan Pt Xyz Dengan Luas Bangunan 1125 M, 11(2), 129–150.
- [3] Indonesia, R. (2009). Undang - Undang Republik Indonesia Nomor 30 Tahun 2009, Ketenagalistrikan.
- [4] Keputusan Menteri Negara Pekerjaan Umum Nomor: 10/Kpts/2000. (2000). Tentang Ketentuan Teknis Pengamanan Terhadap Bahaya Kebakaran pada Bangunan dan Lingkungan. The effects of brief mindfulness intervention on acute pain experience: An examination of individual difference.  
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>